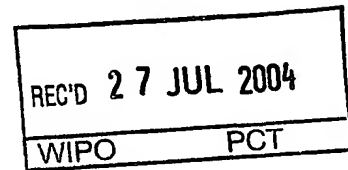


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

BEST AVAILABLE COPY



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 28 322.6

Anmeldetag: 24. Juni 2003

Anmelder/Inhaber: MASSEN machine vision systems GmbH,
78467 Konstanz/DE

Bezeichnung: Überwachung des Farbeindrucks von mehrfarbig
gemusterten Produkten

IPC: G 01 J, G 06 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. Mai 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert



ZUSAMMENFASSUNG

Es wird ein Verfahren und eine Anordnung beschrieben zu meßtechnischen Überwachung des visuellen Farbeindrucks von mehrfarbig gemusterten Oberflächen, insbesondere in der Produktionslinie. Hierbei werden gleichzeitig die Veränderungen der Farbstatistiken und anderer Farbabweichungsmaße des Prüflings gegenüber einer Referenz UND die Veränderungen der Bildschärfe des Musters des Prüflings gegenüber der Referenz mit Hilfe orts-auflösender farbtüchtiger Sensoren wie z.B. Farbbildkameras bestimmt und angezeigt. Erfindungsgemäß wird durch eine Kombination beider Abweichungen ein gemeinsames Differenzmaß für die visuell wahrgenommene Farbabweichung von mehrfarbig gemusterten Oberflächen mit Referenzen gebildet.

Patentanmeldung : Überwachung des Farbeindrucks von mehrfarbig gemusterten Produkten

Anmelder: Firma MASSEN machine vision systems GmbH
Lohnerhofstrasse 6
D-78467 Konstanz

Zustellung: Prof. Dr. Ing. Robert Massen
Geschäftsführer MASSEN GmbH

Datum: 23. Juni 2003

Die Überwachung in der Produktionslinie des Farbeindrucks von mehrfarbig gemusterten Produkten wie z.B. Laminat-Fussbodendekore, keramische Fliesen, drucktechnisch hergestellte farbig gemusterte Paneele usw. ist ein heute noch weitgehend meßtechnisch ungelöstes Problem und wird umständlich, ungenau, personalintensiv und mit hohen Kostendurch eine rein visuelle Inspektion durchgeführt. Der wesentliche Grund hierfür liegt in der Tatsache begründet, dass die klassische Kolorimetrie prinzipiell auf einfarbige Flächen begrenzt ist, und zwar unabhängig davon, ob sie Spektrometer verwendet oder Mehrfarbfilter-Sensoren. Diese klassische Meßtechnik erfasst lediglich gemittelte Farbwerte, nämlich gemittelt über die Apertur des Sensors oder Spektrometers. Sie ist damit nicht geeignet, mehrfarbig gemusterte Oberflächen auszumessen.

Es ist aus EP 0 692 089 B1 „Produktionsnahe Farbkontrolle mit bildgebenden Sensoren“ des Erfinders Robert Massen bekannt, mit Hilfe bildgebender Sensoren Farbbilder der zu überwachenden mehrfarbig gemusterten Produktoberflächen zu erfassen und durch Vergleich der Farbhistogramme einer Referenz mit den Farbhistogramme des Prüflings Abweichungen in der Mehrfarbigkeit zu erkennen.

Der Farbeindruck des menschlichen Sehsystems wird aber nicht nur von den physikalisch meßbaren unterschiedlichen Farben und ihren Häufigkeiten bestimmt. So ist es z.B. beim anspruchsvollen Druck mehrfarbiger Laminatdekore, welche oft komplizierte natürliche Oberflächen wie Holz, Naturstein usw. nachahmen, bekannt, dass Unstabilitäten im Produktionsprozess zu sichtbaren Farbverschiebungen führen, welche meßtechnisch als Farbdifferenzen oder als Differenzen der Farbstatistiken nicht nachweisbar sind. Genaue Untersuchungen des Erfinders haben ergeben, daß Abweichungen in der Bildschärfe von mehrfarbig gemusterten Oberflächen vom menschlichen Sehsystems oft als eine Farbverschiebung wie z.B. eine Rot-Stichigkeit o.ä. wahrgenommen und als solche angemahnt werden. Die eigentliche physikalische Veränderung gegenüber der Referenz, nämlich die unterschiedliche, durch Registrierungsprobleme, Probleme beim Verzug der bedruckten Vorlage in den jeweiligen Druckwerken bewirkte veränderte Bildschärfe wird aber vom Menschen nicht als solche erkannt.

Die Bildschärfe kann meßtechnisch durch verschiedene Verfahren bestimmt werden wie z.B.:

- a) die Bandbreite der im Bild enthaltenen Ortsfrequenzen.
Je schärfer das Bild, desto höhere Ortsfrequenzen im Ortsfrequenz-Spektrum
- b) die Gradienten des Helligkeitsbildes
Je schärfer das Bild, desto steiler sind hell-dunkel Übergänge im Ortsbild

Dem Fachmann der Optik und der Bildverarbeitung sind diese und andere Verfahren bekannt.

4

mas-2-

Die klassische mittelnde Kolorimetrie kann prinzipiell keine Bildschärfe messen, da sie nur die Ortsfrequenz „Null“, d.h. den strukturlosen Mittelwert erfasst.

Der Vergleich von Farbhistogrammen, welche aus Farbkamerabilder gewonnen werden und in dem og. Patent EP 0 692 089 B1 beschrieben ist, ist ebenfalls unabhängig von den in den Farbbildern enthaltenen Ortsfrequenzen und gibt daher keine Aussage über die Bildschärfe.

Die Produktion von Vorlagen mit einer mangelhaften, visuell wahrgenommen Farbdrift ist mit hohen wirtschaftlichen Verlusten verbunden, insbesondere dann, wenn diese in der Regel sehr kleinen Abweichungen erst nach dem Verlegen beim Kunden auffällig werden und dann zu kostspieligen Rücknahmeaktionen führen.

Auch der derzeitige Anfahrvorgang dieser Druckprozesse ist schwierig und langwierig, da immer wieder Proben gezogen werden müssen, um visuell die Stabilität bzw. Übereinstimmung mit einer Referenz zu prüfen.

Es besteht daher ein hohes wirtschaftliches und technisches Interesse an einem Meßverfahren, welches in der Lage ist, den visuell wahrnehmbaren Farbeindruck von mehrfarbigen gemusterten Vorlagen in oder nahe an der Produktion zu messen und zu überwachen unabhängig davon, ob die physikalischen Ursachen in einer Veränderung der Farben und ihren Statistiken oder in einer Veränderung der Schärfe des mehrfarbig gemusterten Druckbildes liegen.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, indem mit Hilfe von orts-auflösenden Sensoren, welche die Gesamtheit oder Ausschnitte der hergestellten Produktoberflächen erfassen, sowohl die Statistiken der aufgetragten Farben als auch die Bildschärfe der erzeugten mehrfarbigen Muster gemessen und mit den jeweiligen Werten von vorgegebenen Referenzen verglichen werden und dass diese Abweichungen sowohl als separate Differenzmaße angezeigt werden und/oder zu einem, dem visuellen Farbeindruck entsprechenden gemeinsamen Differenzmaß kombiniert, angezeigt werden.

Das Verfahren und die Anordnung soll im folgenden am konkreten Beispiel der Überwachung des anspruchsvollen Drucks von mehrfarbig gemusterten Dekorfolien für Bodenlamine, Möbellamine, Wandpaneele u.ä. verdeutlicht werden. Dieses Beispiel ist nicht einschränkend zu verstehen sondern lässt sich auf alle mehrfarbig gemusterten Oberflächen anwenden, bei welchen Instabilitäten des Produktionsprozesses sowohl zu physikalische Farbabweichungen als auch zu Abweichungen in der Bildschärfe der erzeugten Muster führen können. Dies ist regelmäßig bei allen Druckprozessen der Fall, kann aber auch bei der Erzeugung mehrfarbig gemusterter Oberflächen durch Einstreuen von mehrfarbigen Partikel in einen homogenen Kunststoff entstehen.

mas-3-

Für die Erläuterung des Erfindungsgedanken werden folgende Abbildungen verwendet:

- Fig. 1 zeigt (in einer s/w Darstellung) das Muster einer mehrfarbigen, eine Holzoberfläche imitierende Dekorfolie für Fussbödenlamine.
- Fig. 2 zeigt (in einer s/w Darstellung) ein durch mangelhafte Registrierung der einzelnen Druckstufen und/oder durch lokale Verzüge des bedruckten Papiers in der Druckstufe hervorgerufene Verminderung der Bildschärfe in einer stark überzeichneten Darstellung
- Fig. 3 zeigt beispielhaft, wie durch eine Farbkamera orts-aufgelöst ein Ausschnitt der Dekorbahn erfasst wird und gleichzeitig aus den Bildsignalen der Kamera Farbstatistiken gewonnen , mit einer Referenz verglichen und angezeigt werden als auch aus dem rekonstruierten Helligkeitsbild ein Maß für die lokale Bildschärfe gewonnen, mit einer Referenz verglichen und angezeigt werden

Die drucktechnische Herstellung von einem Laminatdekor, welches eine natürliche, mehrfarbige Holzoberfläche imitiert, ist ein anspruchsvoller Mehrfarben Prozess, bei welchem bereits leichte Produktionsdriften zu einer für das menschliche Sehsystem auffälligen Farbverschiebung führen. Fig. 1 zeigt in einer s/w Darstellung eine typische mehrfarbige Holzmaserung mit sowohl einer korrekten Farbwiedergabe als auch einer korrekten Bildschärfe. Fig. 2 zeigt im Vergleich hierzu (wieder in s/w Darstellung) die gleiche Holzmaserung mit unveränderten Farben, aber einer (hier aus Gründen der Anschaulichkeit extrem überzeichneten) Bildunschärfe. Verändert Bildschärfen entstehen beim Mehrfarbendruck durch insbesondere zwei Einflussgrößen:

- a) die Registrierung (Ausrichtung) der einzelnen Druckzylinder
- b) die Dehnung und Verzüge der zu bedruckenden Folie in den Druckwerken

Es ist eine Besonderheit des menschlichen Farbsehens, dass bei mehrfarbig gemusterten Flächen Veränderungen der Bildurschärfe nicht als solche wahrgenommen wird, sondern als eine Farbverschiebung (z.B. eine leicht rötlichere Maserung) erscheint. Bei der Abnahme wird daher ein Farbfehler angemahnt, obschon tatsächlich die Ursache nicht im Farbauftrag, der Farbmischung oder der Farbkonzanz der Pigmente liegt, sondern ganz wo anders, nämlich in der veränderten Registrierung der Druckwerke oder den andersartigen Verzügen der bedruckten Folie.

Es ist daher außerordentlich wichtig, die tatsächliche physikalische Ursach meßtechnisch bei der Produktion mit zu erfassen.

mas-4-

Fig. 3 verdeutlicht die einzelnen Verfahrensschritte und Komponenten der Anordnung des Erfindungsgedankens. Beispielhaft werde das von links nach rechts bewegte, mehrfarbig mit einem Holzmuster bedruckte Dekorpapier -1- in einem Ausschnitt -2- mit einem bildgebenden, farbtüchtigen Sensor -3- wie z.B. einer Farbzeilenkamera, einer Anordnung aus mehreren benachbarten diskreten Farbsensoren etc. abgetastet. Aus den Farbsignalen werden laufend mit der Recheneinheit -4- mit aus der Bildverarbeitung bekannten Verfahren statistische Beschreibungen der Mehrfarbigkeit, beispielsweise Farbhistogramme berechnet, welche mit den in der Einheit -7- gespeicherten Referenzhistogrammen mittels der Vergleichseinheit -9- verglichen werden und Differenzmaße auf der Anzeige -11- angezeigt werden.

Gleichzeitig werden mit der Konvertierungseinheit -5- die Farbsignale in Helligkeitssignale umgewandelt, aus welchen die Recheneinheit -6- mit aus der Optik und Bildverarbeitung bekannten Verfahren fortlaufend ein Maß für die Schärfe des Druckbildes ermittelt, mit den in der Einheit -8- gespeicherten Referenzwerten vergleicht und mittels der Anzeige -12- ein Differenzmaß anzeigt.

Durch die gleichzeitige Darstellung der Abweichung in der Mehrfarbigkeit UND der Veränderung in der Bildschärfe kann der Maschinenführer sofort Veränderungen während der Produktion erkennen.

Diese meßtechnische Anzeige beider Abweichungen hilft ihm auch, den Einrichtprozess zu beschleunigen und zu objektivieren. Derzeit wird ein neuer Druck der kontionuierlichen Dekorbahnen so eingerichtet, dass immer wieder angehalten wird, Proben ausgeschnitten und visuell mit einer Referenz verglichen werden und iterativ die zahlreichen Einflussparameter so verstellt werden, bis schlußendlich ein passende Einstellung erreicht ist. Dieses Prozedur ist langwierig und teuer und ist sehr stark vom Geschick des Druckers abhängig. Die schlußendliche Freigabe zum Druck ist nachwievor wenig dokumentiert und risikoreich.

Die beschriebene Anwendung des Erfindungsgedanken auf die Überwachung des mehrfarbig gemusterten Drucks von Laminat-Dekorpapieren ist beispielhaft zu verstehen. Grundsätzlich gilt für alle mehrfarbig gemusterte Oberflächen, dass eine Veränderung des visuell wahrgenommen Farbeindrucks auch von der Schärfe des mehrfarbig gemusterten Drucks abhängt. Der Erfindungsgedanke ist daher auf alle mehrfarbig gemusterte Oberflächen, bei denen der visuelle Eindruck eng toleriert sein muss, anwendbar, egal ob sie drucktechnisch oder mit anderen Verfahren hergestellt werden und gleichgültig aus welchen Materialien sie bestehen. Er lässt sich auch auf die Beurteilung und den Vergleich solcher Oberflächen anwenden, welche nicht technisch hergestellt sondern natürlichen Ursprungs sind wie z.B. Natursteine, Marmore, Naturhölzer usw. da auch hier der visuelle Farbeindruck von den Statistiken der Mehrfarbigkeit UND der Schärfe der Musterung beeinflusst wird.

Ein weiterer Erfindungsgedanke ist es, das Farbabweichungsmaß und das Bildschärfe-Abweichungsmaß durch eine mathematische Funktion so zu kombinieren, dass ein resultierendes Abweichungsmaß entsteht, welches der visuellen Farbabweichungswahrnehmung möglichst gut entspricht.

mas-5-

Der Erfindungsgedanke ist nicht darauf beschränkt, lediglich die Farbhistogramme zur physikalischen Beurteilung der Farbabweichung neben der Bildschärfe zu messen. Es ist dem Fachmann der Farbbildverarbeitung bekannt, dass auch weitere Maße wie z.B. die örtliche Verteilung der zu einer gleichen Farbe gehörenden Musteranteile, die Formmerkmale der zu einer gleichen Farbe gehörenden Musterformen und deren Statistiken die visuelle Farbwahrnehmung beeinflussen. Wesentlich ist beim Erfindungsgedanken, daß die Schärfe des Bildes des Musters, eine im eigentlichen Sinne eher geometrische Eigenschaft des Bildes, welche physikalisch nicht von diesen Farbeigenschaften abhängt, mit gemessen wird, da sie vom visuellen System des menschlichen Beobachters nicht als eine solche geometrische Eigenschaft, sondern als eine Farbeigenschaft wahrgenommen wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur meßtechnischen Erfassung der Veränderung des visuell wahrgenommenen Farbeindrucks zwischen einer mehrfarbig gemusterten Referenz und eines mehrfarbig gemusterten Prüflings
dadurch gekennzeichnet
daß mit einem oder mehreren orts-auflösenden Sensoren, welche die Gesamtheit oder Ausschnitte der zu beurteilenden Produktoberflächen erfassen, alle oder eine Untermenge der folgenden, den visuellen Farbeindruck beeinflussenden Merkmale gemessen werden, nämlich die Statistiken der aufgetragten unterschiedlichen Farben, die örtliche Verteilung der aufgetragten unterschiedlichen Farben, die Formmerkmale der jeweils zu einer Farbe gehörenden Elemente des mehrfarbigen Musters, daß gleichzeitig die Bildschärfe der erzeugten Muster gemessen und mit den jeweiligen Werten von vorgegebenen Referenzen verglichen werden und dass diese Abweichungen zur meßtechnischen Beurteilung der visuell wahrnehmbaren Farbabweichung sowohl als separate Differenzmaße angezeigt und/oder zu einem, dem visuellen Farbeindruck entsprechenden gemeinsamen Differenzmaß kombiniert, angezeigt werden
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet
dass die orts-auflösenden Sensoren bildgebende Farbsensoren sind
3. Verfahren nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet
dass die gemessenen Abweichungsmaße mit Toleranzschwellen verglichen werden
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet
daß die Bildschärfe aus der Helligkeit der Farbsignale bestimmt wird
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet
daß die Bildschärfe aus der Sättigung der Farbsignale bestimmt wird
6. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet
daß die Kombination der physikalisch die Farbeigenschaften erfassenden Messungen mit den Messungen der Bildschärfe durch eine parametrisierbare mathematische Funktion, vorzugsweise eines Polynoms, geschieht, dessen Parameter experimentell bestimmt wurden.

9

-mas Ansprüche 2-

7. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet daß
die Oberfläche eines mehrfarbig gemusterten Produktes ganz oder ausschnittsweise mit einer Lichtquelle möglichst konstanter Intensität und spektraler Verteilung beleuchtet wird, daß die beleuchtete Oberfläche ganz oder ausschnittsweise mit Farbkameras erfasst wird, daß die erzeugten Farbbildsignale in eine Recheneinheit geleitet werden, in welcher aus diesen Signalen meßtechnische Grössen für die Statistiken der auf der Produktoberfläche erfassten Farben, der örtlichen Verteilung der zu einer gleichen Farbe gehörenden Musteranteile, der Formmerkmale der zu einer gleichen Farbe gehörenden Musteranteile bestimmt werden, daß aus von den Farbsignalen abgeleiteten Helligkeits- und/oder Sättigungssignale die Bildschärfe der erfassten Muster ermittelt wird, daß die gemessenen Werte mit gespeicherten Referenzwerten verglichen werden und dass die Abweichungen auf einer Anzeigeeinheit dargestellt werden.
8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet
daß die Beleuchtungseinheit und die Farbkamera in einem Meßkopf zusammengefasst wird und dieser Meßkopf nahe an die zu erfassende, bewegte oder unbewegte Produktsoberfläche herangebracht wird.
9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet
daß der Meßkopf über Kalibriereinrichtungen zur automatischen Rekalibrierung des Meßkopfes verfügt
10. Anordnung nach Anspruch 7 bis 8 dadurch gekennzeichnet
dass bei flachen bewegten bahnförmigen Produkten der Meßkopf mit Hilfe einer Aufhängung dicht über die Oberfläche positioniert wird, so daß kein Fremdlicht den beobachteten Bildausschnitt erfasst

20

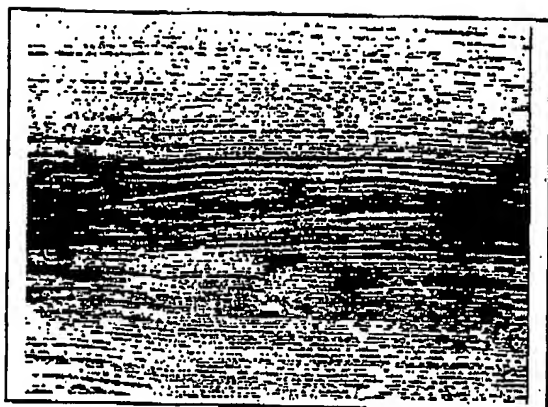


Fig. 1



Fig. 2

28

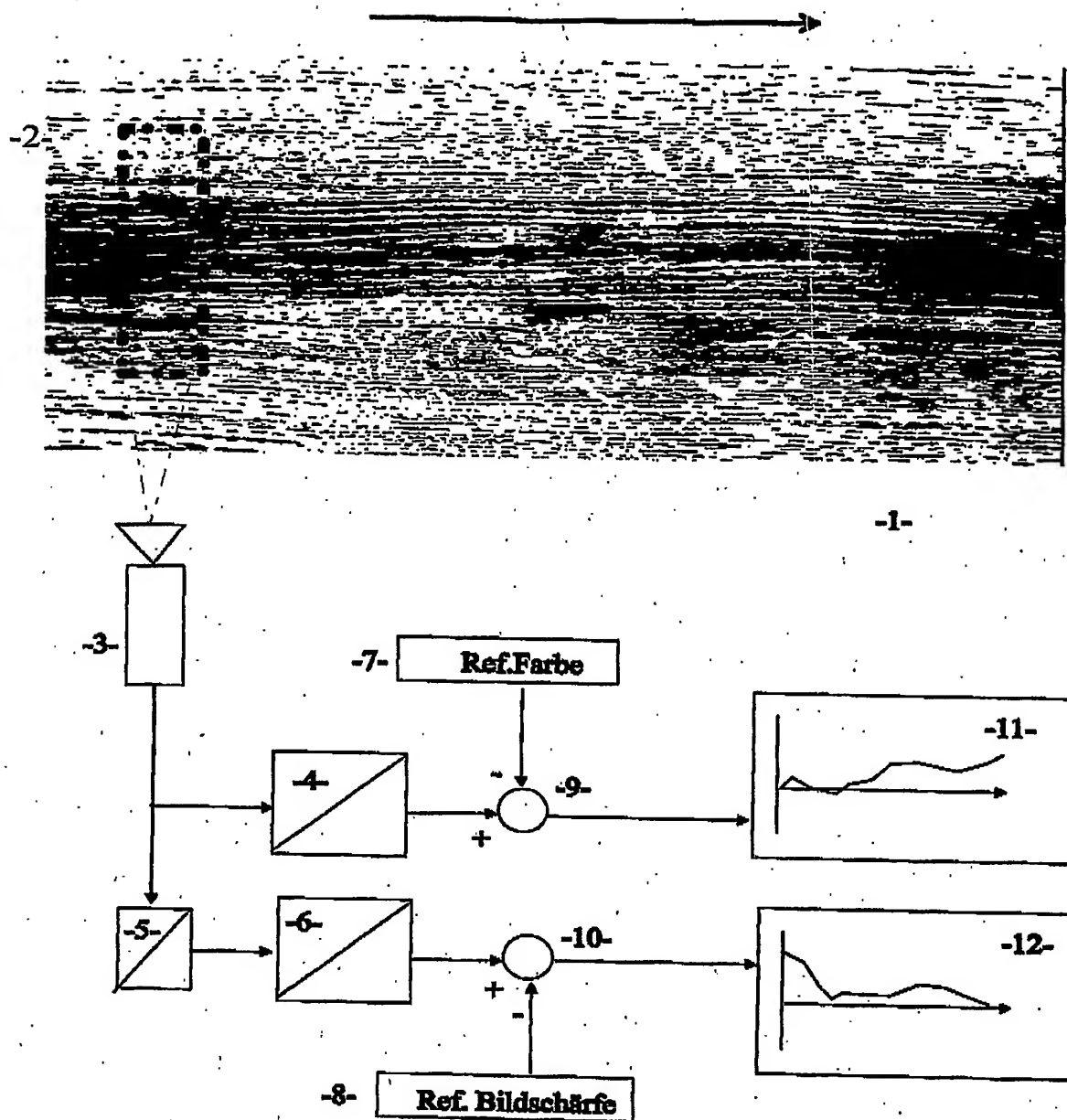


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.